



TITLE:

新しい管理指標を用いた鉄道橋の健全度評価手法に関する研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

栗林, 賢一

CITATION:

栗林, 賢一. 新しい管理指標を用いた鉄道橋の健全度評価手法に関する研究. 京都大学, 2017, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2017-09-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k20687>

RIGHT:

京都大学	博士 (工学)	氏名	栗 林 賢 一
論文題目	新しい管理指標を用いた鉄道橋の健全度評価手法に関する研究		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>本論文は、近年橋梁をはじめとするインフラ構造物の維持管理の負荷が増大する状況に対応するために、足場の設置などを必要としない遠隔撮影で、構造物表面の微小変位計測を実現するサンプリングモアレカメラを用いた計測システムを構築し、これによって計測が可能となった橋梁桁部材のたわみ角を評価指標に用いた鉄道橋の実用的かつ革新的な維持管理手法についての研究成果を取りまとめたものである。本論文は全 6 章で構成されている。</p> <p>第 1 章では、近年、インフラ構造物の経年劣化の進行や熟練技術者不足等の鉄道橋の維持管理上の課題を示し、構造物の維持管理を進めて行くうえで継続的な検査による予防保全が重要であることを述べている。鉄道橋の維持管理上の重点点検箇所として支承部を、そして重要線区で顕在化している変状として疲労き裂を挙げている。これに対し、その早期発見に資する検査手法を開発すること、それらの検査データを活用した健全度評価手法を提案すること、を研究目的として挙げている。</p> <p>第 2 章では、計測対象箇所にターゲットを設置すれば遠隔非接触で 1 枚のターゲットに対し直角 2 方向の変位と回転角と振動数を高速で高精度に計測することを可能とするサンプリングモアレカメラの開発について述べている。サンプリングモアレカメラの汎用性拡大に向けた課題として、ターゲットの設置を要することを挙げ、サンプリングモアレカメラよりもやや精度は劣るものの、基準値との比較に耐えうる計測精度を確保したノンターゲットの計測手法についても開発を進めることを述べている。</p> <p>第 3 章では、サンプリングモアレカメラの計測精度を示すとともに、屋外で計測する場合の測定に対するさまざまな外乱要因を明確にした。それらの外乱要因に対する影響低減対策を検討し、実務での利用実現に向けて実施可能な手法を提案し、計測精度の確保を実現した。さらに、車軸配置が規則的で軸距を特定可能な鉄道の特性に着目したデータ処理によって計測波形の経時変化から橋梁の変状を推定できるデータ抽出手法を示した。これらの実施により、従来から実務的に用いられてきたリング式変位計を用いた計測データとの比較計測により高い精度で計測がきわめて簡便に可能であることを明らかにしている。これによって、サンプリングモアレカメラを用いた屋外での遠隔からの計測を実現するとともに、検査の効率化に資する計測データの取得ならびに時系列評価に資する計測データが抽出可能であることを示している。</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	栗 林 賢 一
<p>第4章では、高精度の計測が可能となったサンプリングモアレカメラを用いて鉄道橋の鋼製沓の回転機能やソールプレート径間側縁端部の角折れ現象をとらえる評価指標としてたわみ角を用いることを提案している．たわみ角の計測波形の妥当性を評価する手法として、まず、径間部のたわみの計測波形とたわみおよびたわみ角の影響線を活用して得られるたわみ角の管理波形を用いることを提案し、また、計測データの経時変化から健全度の変化を評価する場合に計測データに及ぼす外的要因の影響を相殺したたわみ角とたわみの計測データの比を用いることを提案している．</p> <p>さらに、車両の高速化、共振に対する新設橋梁での設計思想の変化に伴う比較的低い剛性の桁の許容などの背景から、維持管理上、列車走行時の共振の影響を配慮する必要性が高まっていることを指摘している．これに対し、サンプリングモアレカメラを用いて簡易に多量に得られる高精度な計測データから得た桁の基本固有振動数および減衰比を振動方程式に当てはめて、共振時の応答値を推定する手法を提案している．</p> <p>第5章では、サンプリングモアレカメラを用いた沓直上のたわみ角の実橋での計測結果を示し、計測データの取得が実現可能であることを示している．さらに、沓の可動不良および径間側の角折れ現象が計測波形やたわみ角・たわみ比を用いて把握できること、そして、たわみ角の管理波形が健全な計測データと整合し健全度評価の活用に有効であることを明らかにしている．</p> <p>また、サンプリングモアレカメラを用いた計測データから桁の基本固有振動数と減衰比を得て振動方程式に代入した理論波形を示し、計測データとの比較結果から有効なものであることを明らかにしている．</p> <p>第6章では、各章で得られた知見を要約している．</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、近年構造物の維持管理の負荷が増大する状況に対し、遠隔撮影での微小変位計測を実現するサンプリングモアレカメラを用いた計測システムを構築し、これによって計測が可能となった橋梁桁部材のたわみ角を評価指標に用いた鉄道橋の維持管理手法についての研究成果を取りまとめたものである。得られた主な成果は次のとおりである。

1. 計測対象箇所に設置した1枚のターゲットに対して直角2方向の変位と回転角と振動数を高精度に計測できるサンプリングモアレカメラを開発し、地上から遠隔非接触での鉄道橋の変位の計測を可能とした。
2. サンプリングモアレカメラの計測精度を示すとともに、屋外計測時の外乱対策の実施による精度確保を実現した。さらに、車軸配置が規則的で軸距を特定可能な鉄道の特性に着目したデータ処理によって計測波形の経時変化から変状の推定に資するデータ抽出手法を示した。
3. 鉄道橋支承部等の挙動を確認する定量的評価手法としてたわみ角を用いることを提案し、沓の交換前後のたわみ角の波形を取得して沓の回転機能とソールプレート径間側縁端部の角折れ現象等を把握できることを明らかにした。
4. たわみ角を用いた健全度評価手法として、挙動が微細なたわみ角に対して同期計測して得たノイズの含有率が小さい径間部のたわみ量の活用を図った健全度評価手法を提案し、健全な新設桁で計測した計測値を適用してその妥当性を明らかにするとともに、沓の交換前後のたわみ角の計測波形との比較によって支承部等の健全性の評価に有効であることを示した。
5. サンプリングモアレカメラを用いて簡易に多量の桁のたわみ波形から桁の基本固有振動数と減衰比を精度よく算出し、これを振動方程式に当てはめて動的応答値を算出し、計測データとの比較によってその妥当性を明らかにした。

以上、本論文は、鉄道橋のたわみ角を簡易に把握できる計測手法を構築し、検査精度の向上およびたわみ角を用いた健全度評価手法の提案に取り組んだ研究であり、学術上、実務上寄与するところが多い。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成29年8月30日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。